

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11145118  
 PUBLICATION DATE : 28-05-99

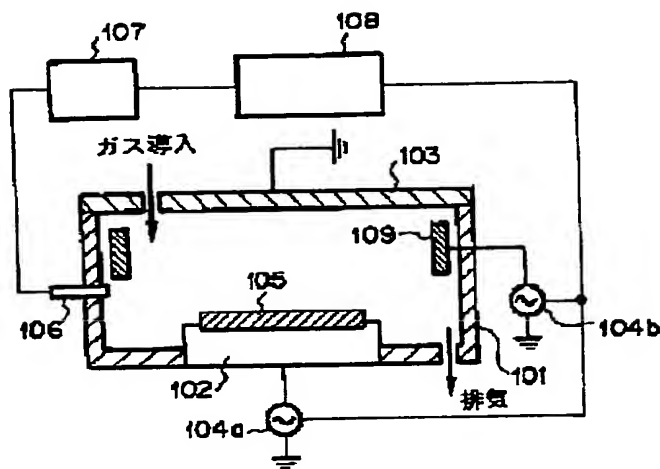
APPLICATION DATE : 06-11-97  
 APPLICATION NUMBER : 09304109

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : MIYAMOTO HIDENOBU;

INT.CL. : H01L 21/3065 C23F 4/00

TITLE : METHOD AND APPARATUS FOR ETCHING



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for etching which materialize a process for building up a metal interconnection with AlCu alloy films, and which have a high selection rate and high controllability with respect to a photoresist.

SOLUTION: A plasma treating device is constituted such that a plurality of process gasses are introduced into a vacuum reaction container to control the pressure of the individual process gasses therein, that a lower electrode 102 for mounting samples thereon is provided at a lower portion of the vacuum reaction container, and that the lower electrode 102 is provided with high-frequency sources 104a, 104b for applying high-frequency voltage thereon through a tuning system. The plasma treating device is provided with a carbon electrode 109 arranged inside the vacuum reaction container, a system for applying a high-frequency voltage on the carbon electrode 109 through the tuning system, a system for monitoring intensity variation of an emission spectrum in a plasma, and a computer 108 for controlling the high-frequency voltage applied on the carbon electrode 109 which is linked with the system for monitoring the emission spectrum.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-145118

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/3065  
C 2 3 F 4/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/302  
C 2 3 F 4/00

C  
F

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-304109

(22) 出願日 平成9年(1997)11月6日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宮本 秀信

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

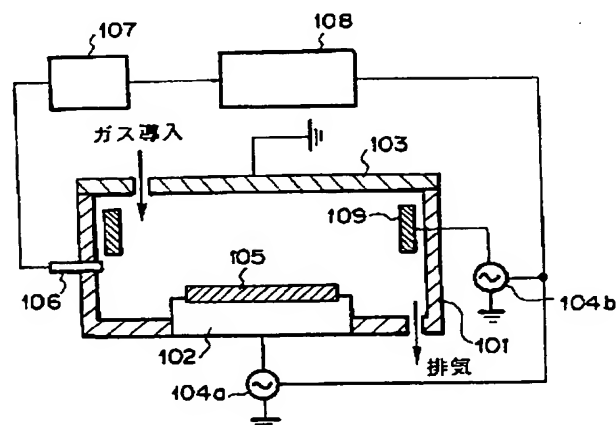
(74) 代理人 弁理士 山下 穰平

(54) 【発明の名称】 エッチング方法およびエッチング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 カーボン電極からプラズマ中へ放出されるカーボンの量は、メタル配線エッチング時のプラズマ状態により決まり、下部電極に印加するRFパワーが大きい時に多くのカーボンが供給され、側壁保護膜が多く形成されすぎ、メタル配線がマスク寸法より大きくなる問題がある。

【解決手段】 真空容器内に複数のプロセスガスを導入し、各プロセスガスの圧力を制御し、真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極102にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する高周波電源104a、104bを有するプラズマ処理装置において、真空反応容器内部に設けられたカーボン電極109と、この電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する機構と、プラズマ中の発光スペクトル強度変化をモニターする機構と、該発光スペクトルモニターに連動して前記カーボン電極へ印加する高周波電圧を制御するためのコンピューター108とを設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に複数のプロセスガスを導入する手段と、各プロセスガスの圧力を制御する手段と、真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極と、この下部電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する高周波電源を有するプラズマ処理装置において、前記真空反応容器内部に設けられたカーボン電極と、この電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する機構と、プラズマ中の発光スペクトル強度変化をモニターする機構と、該発光スペクトルモニターに連動して前記カーボン電極へ印加する高周波電圧を制御するためのコンピューターとを備えていことを特徴とするエッチング装置。

【請求項2】 上部に誘電体を有し、他の部分が電氣的に接地された真空反応容器と、この真空容器外で前記誘電体の上面に近接して配置される高周波コイルと、第一のチューニング機構を介して前記コイルに高周波電流を流すための第一の高周波電源と、前記真空容器内に複数のプロセスガスを導入する手段と、該プロセスガスの圧力を制御する手段と、前記真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極と、この下部電極に第二のチューニング機構を介して高周波電圧を印加する第二の高周波電源を有したプラズマ処理装置において、前記真空反応容器内部に設けられたカーボン電極と、この電極に第三のチューニング機構を介して高周波電圧を印加する第三の高周波電源と、プラズマ中の発光スペクトル強度変化をモニターする機構と、該発光スペクトルモニターに連動して前記カーボン電極へ印加する高周波電圧を制御するためのコンピューターとを備えていることを特徴とするエッチング装置。

【請求項3】 半導体基板上に形成されたAlCu合金膜を所望のレジストパターンマスクとしてドライエッチングする方法において、請求項1または2に記載のエッチング装置を用い、エッチングチャンバー内に塩素を主体とするエッチングガスを導入してプラズマ放電を生成し、AlCu合金膜をエッチングする工程で、AlCu膜エッチング時のプラズマ中の発光スペクトル強度をモニターしながら、AlCu膜エッチングのエンドポイントに連動してカーボン電極に高周波を印加し、プラズマ中に炭素原子を供給しながらエッチングすることを中心とするエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造に使用されるエッチング装置、およびこのエッチング装置を使用して行われるエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体デバイスでは、AlCu合金とTiN、Ti等の積層構造のメタル配線が主として用いられている。積層メタル配線は、フォトレジストをマスク

としてドライエッチング法により加工されている。AlCu合金を主とする積層メタル配線のドライエッチングでは塩素を主としたガスプラズマ放電により加工を行う。AlCu合金と塩素は非常に反応性が高く、AlCu合金膜の異方性エッチングを行うためには何らかの側壁保護膜を形成しながらエッチングを行う必要がある。また微細なメタル配線を精度よく加工するためにはマスクとなるフォトレジストと被エッチング材料とのエッチング選択比を大きくする必要もあり、イオンエネルギーをあまり大きくできない。

【0003】実際のエッチング反応では、マスクのフォトレジストがエッチングされそのエッチング生成物がメタル配線側壁に再付着して側壁保護膜として働いている。イオンエネルギーを高くすれば半導体基板上に入射するイオンの直進性が上がることで、さらにフォトレジストのエッチング量が増えエッチング生成物の再付着による側壁保護膜の膜厚が増えることによりエッチングの異方性が向上する。

【0004】しかしながらイオンエネルギーの上昇はフォトレジストにたいするエッチング選択比の低下をもたらす。異方性の向上とエッチング選択比向上はトレードオフの関係となっている。

【0005】この対策として、特開平6-302548においては、真空チャンバー内にカーボン電極あるいはカーボンの板を有したエッチング装置が提案されている。このようなエッチング装置の構成を図5に示す。図5において、符号501はチャンバー、502は下部電極、503はカーボン製の上部電極、504は高周波電源、505はウエハーを示す。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】この従来のエッチング装置では、カーボンの電極を接地電極として使う、或いは下部電極上に設置してイオン衝撃により効率よくプラズマ中へカーボンを供給する。しかしながら、本従来例では、カーボン電極からプラズマ中へ放出されるカーボンの量は、メタル配線エッチング時のプラズマ状態により決まり、下部電極に印加する高周波(RF)パワーが大きい時、すなわちカーボン電極からのカーボンの供給がなくても異方性エッチングが可能な時に、多くのカーボンが供給される。従って側壁保護膜が多く形成されすぎ、メタル配線がマスク寸法より大きくなる問題がある。従って側壁保護膜が多く形成されすぎ、メタル配線がマスク寸法より大きくなる問題がある。

【0007】逆に下部電極に印加するRFパワーが小さい時、すなわちカーボン電極からのカーボンの供給がなくては異方性エッチングが不可能な時に、少量のカーボンしか供給されず、サイドエッチングが発生する問題がある。いずれにしても、メタル配線エッチング条件とカーボンの放出量、及びカーボン放出のタイミングを独立して制御出来ないため、メタル配線エッチングの制御性

が悪いという問題がある。

【0008】本発明の目的は、上記問題点を解決して対フォトレジスト選択比が高くかつ制御性のよいAlCu合金膜の積層メタル配線加工を実現できるエッチング装置及びエッチング方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のエッチング装置は、真空容器内に複数のプロセスガスを導入する手段と、該プロセスガスの圧力を制御する手段と、真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極と、この下部電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する高周波電源を有したプラズマ処理装置において、前記真空反応容器内部に設けられたカーボン電極と、この電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する機構と、プラズマ中の発光スペクトル強度変化をモニターする機構と、該発光スペクトルモニターに連動して前記カーボン電極へ印加する高周波電圧を制御するためのコンピューターを備えていることを特徴とする。

【0010】さらに本発明は、前記のエッチング装置を用いて、エッチングチャンバー内に塩素を主体とするエッチングガスを導入し、プラズマ放電を生成してAlCu合金膜をエッチングする工程で、AlCu合金膜エッチング時のプラズマ中の発光スペクトル強度をモニターしながらAlCu膜エッチングのエンドポイントに連動してカーボン電極にRFを印加して、プラズマ中に炭素原子を供給しながらエッチングすることを特徴とするエッチング方法である。

【0011】エッチング装置としては、真空チャンバー上部にプラズマを生成するアンテナを設置しイオンエネルギーをコントロールするための下部電極と独立に制御することによりさらにエッチングの制御性を向上することが可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】次に本発明の第1の実施形態について図面を参照して説明する。図1は本発明のエッチング装置の一例を示す断面図である。

【0013】図1に示すエッチング装置は、金属等の材質からなる気密チャンバー101内に設けられた下部電極102、下部電極102に高周波を印加するための高周波電極104a、接地された上部電極103、チャンバー101の側面に設置されたカーボン電極109、カーボン電極に高周波を印加するための高周波電極104b、チャンバー側面にはエッチング中の発光スペクトルをモニターするためのモノクロメーター106とそれに連結した終点検出装置107、コンピューター108を備えている。

【0014】ウェハー105が下部電極上に載置され、ガス導入口から塩素等のエッチングガスをチャンバー101内に導入し一定の圧力になるよう制御した後、下部電極103に高周波を印加してプラズマ放電を発生さ

せ、ウェハー105上の被エッチング膜をエッチングする。エッチングの進行状況は、チャンバー側面に設置されたモノクロメーター106によりプラズマ中の発光スペクトルを採り入れ、リアルタイムでモニターする。さらにモノクロメーター106と連結したエッチング終点検出装置108からの信号を、コンピューター108を介してカーボン電極109に連結された高周波電源104bに送り、エッチングの終点信号に連動して高周波電源104bの高周波印加電圧をON、OFFするようになっている。

【0015】図3は従来のエッチング装置を用いてTiN/AlCu/TiN/Ti構造の積層Al配線をエッチングした時の、PRエッチング量の時間的变化を示す図である。この図からわかるように、PRのエッチング量は、TiN、Tiエッチング時およびオーバーエッチング時に多いことがわかる。これはAlCuエッチング時は、エッチング種である塩素ラジカルが主にAlCu膜のエッチングに消費されるのに対し、AlCu膜のエッチング完了後は、過剰になった塩素ラジカルがフォトレジストのエッチングを促進するためであると考えられる。フォトレジストの主成分であるカーボンは、塩素ラジカルと反応してCCl<sub>x</sub>となってエッチングされる。従って、AlCu膜のエッチング完了後プラズマ中にカーボンを供給し、過剰な塩素ラジカルをスカベンジすることがPRのエッチング量を低下させるために効果的である。

【0016】更に、AlCu膜エッチング完了後の過剰な塩素ラジカルはAlCu膜のサイドエッチングを発生させる原因となるためプラズマ中にカーボンを供給することによりサイドエッチングも防ぐことが可能である。

【0017】次に、本エッチング装置を用いて、フォトレジストをマスクとしてTiN/AlCu/TiN/Ti構造の積層Al配線をエッチングした場合の、プラズマ中の396nm付近の発光強度変化と各RF電源の電圧印加タイミングの一例を図4(a)に示す。まず、エッチングガスとしてCl<sub>2</sub>/BCl<sub>3</sub>=100sccm/30sccmをチャンバー内に導入し、ガス圧力を10mTorrに制御する。下部電極にRFパワー500Wを印加してプラズマを生成しエッチングを行う。

【0018】エッチング中のプラズマの発光スペクトル強度変化を、モノクロメーターによりモニターする。この時、プラズマの396nm付近の発光強度変化をモニターする事によりAlCu膜のエッチング終点を検知することが出来る。検知されたエッチング終点信号は、終点検出装置に連動したコンピューターの信号によりカーボン電極に連結された高周波電源に送られ、AlCu膜のエッチング終点と連動してカーボン電極用高周波電源のパワーをONする。これによりカーボン電極からプラズマ中へカーボンが供給され、TiN/Tiエッチング、オーバーエッチングの間対フォトレジスト選択比が

高く、かつサイドエッチングなどの発生しない良好なエッチング形状を実現できる。図4(b)は、エッチング時間に対するPRエッチング量の変化を示している。

【0019】更にAlCu膜上のTiNをエッチングする時にも、カーボン電極にRFを印加するなど、カーボン電極に印加するRFパワーの大きさ、RFパワーON、OFFのタイミング等を被エッチング膜の膜構造に合わせて最適化することで、より高精度の加工を実現することが出来る。

【0020】図1の例では、チャンバーの側壁に沿った同心円上のカーボン電極を用いているが、その形状には特に制限が無く、チャンバーの形状に合わせて複数の形状が可能であることは言うまでもない。またカーボン電極は表面にカーボンが露出していれば良く、内部がAl等の金属で構成され表面にカーボンを貼りつけた構造のものでも良い。

【0021】次に本発明の第二の実施態様について図2を参照して説明する。図2の例では、チャンバー201の一部を形成する誘電体プレート210と、チャンバー201外上部に配置されるとともに、チューニング機構を介して高周波電源204cから高周波電流が供給される平面状の誘導コイル211とを設けている。

【0022】またウェハー205を載置する下部電極202及び下部電極202にチューニング機構を介して高周波電力を供給する高周波電源204aと、図面には示していないが、プロセスガスを導入するプロセスガス導入口と、導入されたプロセスガスの圧力を制御する排気装置とが従来と同じように備えられている。

【0023】チャンバー201の側面には、図1の例と同様に、カーボン電極209、カーボン電極に高周波を印加するための高周波電源204b、エッチング中の発光スペクトルをモニターするためのモノクロメーター206と、それに連結した終点検出装置207、コンピューター208が設置されている。

【0024】ウェハー205は、下部電極上に載置され、ガス導入口から塩素等のエッチングガスをチャンバー201内に導入し一定の圧力になるよう制御した後、誘導コイル211に高周波電流を流すことにより誘電体プレート210を介してチャンバー201内に誘導電場を発生させ、プラズマを生成する。同時に、下部電極204aに高周波を印加してウェハーに入射するイオンエネルギーをコントロールしながらウェハー105上の被エッチング膜をエッチングする。

【0025】エッチングの進行状況はチャンバー側面に設置されたモノクロメーター206によりプラズマ中の発光スペクトルを採り入れリアルタイムでモニターする。さらにモノクロメーター206と連結したエッチング終点検出装置208からの信号をコンピューター20

8を介してカーボン電極209に連結された高周波電源204bに送り、エッチングの終点信号に連動して高周波電源204bの高周波印加電圧をON、OFFするようになっている。この例では、プラズマ生成とイオンエネルギーの制御が独立に出来るようになっているので、更に高精度のメタル配線加工が実現できる利点がある。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、エッチングチャンバー内にカーボン電極を有し、メタル配線エッチング中のプラズマの発光スペクトル強度変化をモニターする機構と、該発光スペクトルモニターに連動して前記カーボン電極へ印加する高周波電圧を制御するためのコンピューターを有するエッチング装置を用いてAlCu合金膜をエッチングする工程でAlCu膜エッチング時のプラズマ中の発光スペクトル強度をモニターしながらAlCu膜エッチングのエンドポイントに連動してカーボン電極にRFを印加し、プラズマ中に炭素原子を供給しながらエッチングすることにより、対フォトレジスト選択比が高く、かつサイドエッチングなどの発生しない良好なエッチング形状を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施態様のエッチング装置の断面図である。

【図2】本発明の第二の実施態様のエッチング装置の断面図である。

【図3】TiN/AlCu/TiN/Ti構造の積層Al配線エッチング時のPRエッチング量の時間変化を示すグラフである。

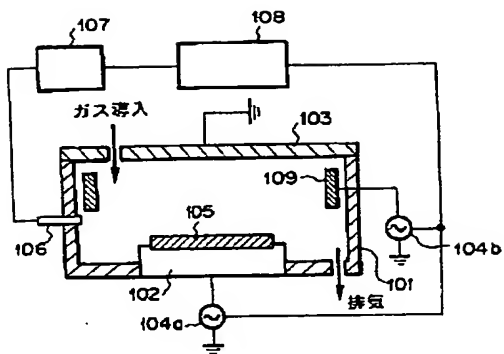
【図4】(a)は、TiN/AlCu/TiN/Ti構造の積層Al配線を第一及び第二の実施態様の装置を用いてエッチングした場合の、発光強度変化と各RF電源の電圧印加タイミングを示す図、(b)はこの時のPRエッチング量の時間変化を示すグラフである。

【図5】従来のエッチング装置の断面図である。

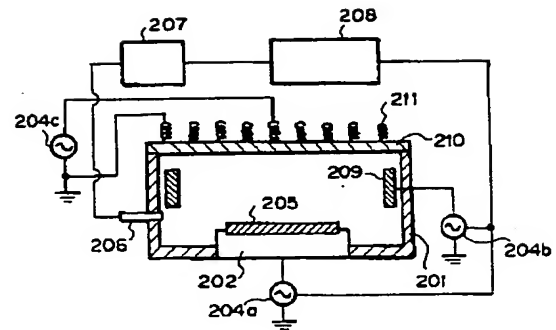
【符号の説明】

- 101, 201, 501 チャンバー
- 102, 202, 502 下部電極
- 103, 503 上部電極
- 104a, 104b, 204a, 204b, 204c, 504 高周波(RF)電源
- 105, 205, 505 ウェハー
- 106, 206 モノクロメーター
- 107, 207 終点検出装置
- 108, 208 コンピューター
- 109, 209 カーボン電極
- 210 誘電体プレート
- 211 誘導コイル

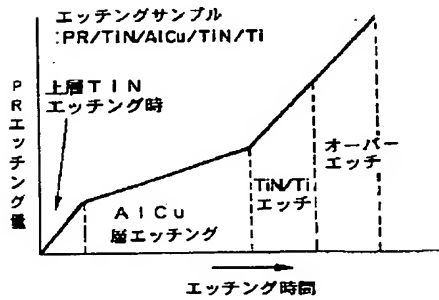
【図1】



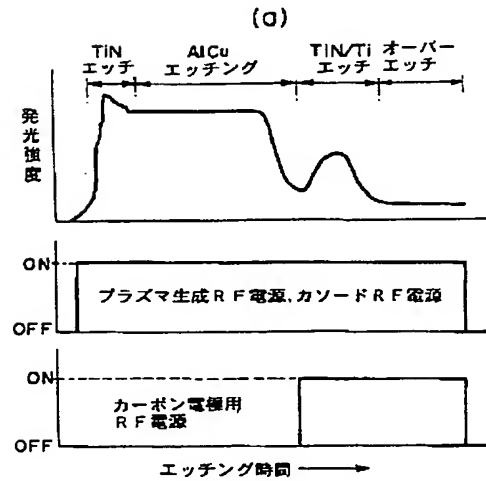
【図2】



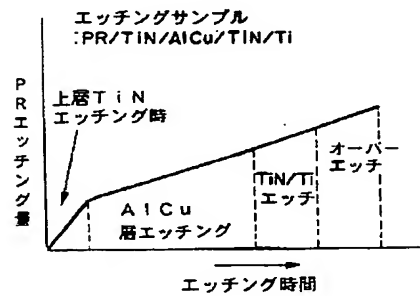
【図3】



【図4】



(b)



【図5】

